

DOUBLE

NOTE RECAPITULATIVE SUR LES ESSAIS :

- MANGORO n°IV = Entretien des plantations de Pinus kesiya.
- MANGORO n° XXXXII = Fertilisation de Pinus kesiya en cours de révolution

ode (691) 237 2-174,7
Akeng
501.7

24/2/1982

D. LOUPPE
Octobre 1981

22 (13-0) (2) (12)

PREMIERE PARTIE

RECAPITULATION DE L'ESSAI MANGORO

N° IV = ENTRETIEN DES PLANTATIONS

DE PINUS KESIYA

0.- INTRODUCTION

Si cette note regroupe deux essais traitant de problèmes différents, c'est parce que l'essai 4 = entretien des plantations est devenu, à 9 ans, l'essai 42 = fertilisation en cours de révolution.

Nous traiterons ces deux essais successivement.

1.- CONDITIONS DE L'ESSAI.

11. Localisation.

L'essai est situé dans le périmètre de reboisement de la Fanalamanga, dans la dépression du Mangoro qui s'étend du Sud de Moramanga au Lao Alaotra.

Plus précisément, l'essai se trouve dans le Département Centre, série A, sous-série A1, parcelle 12.

Le plan (n° 592) ci-dessous, localise cet essai.

12. Climatologie.

Climat humide sous influence orientale à hiver tempéré.

Les données climatiques recueillies depuis 1968 à Analabe, station toute proche de l'essai, sont résumées dans le graphique ci-après.

13. Pédologie.

131- Topographie.

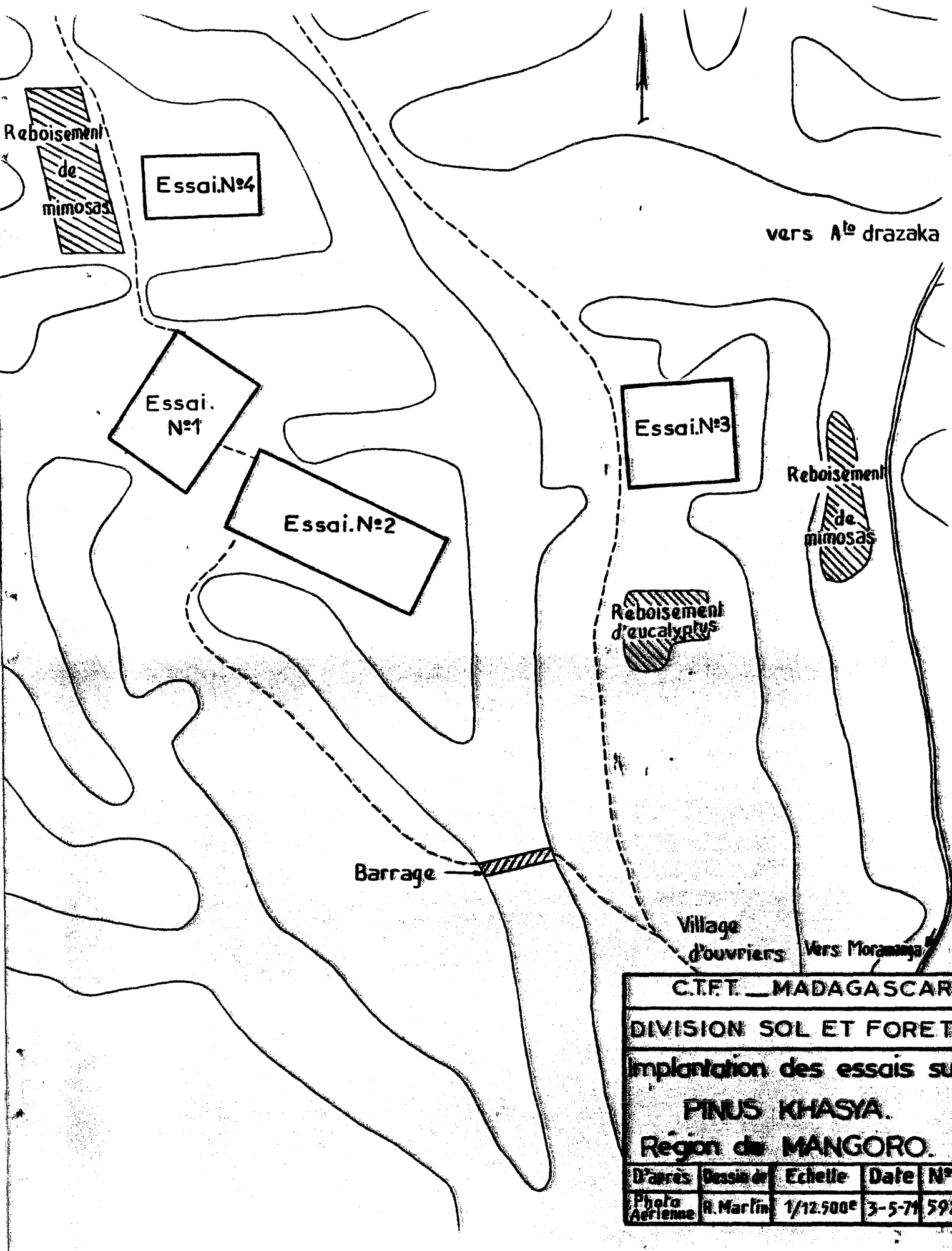
L'essai est implanté sur une tanety homogène de pente relativement faible - au maximum quelques pourcents (2%)

132- Phytosociologie.

La végétation naturelle avant l'installation de l'essai était une steppe à dominante graminéenne (Imperata, Helichrysum et fougères).

Le travail préparatoire du sol a consisté en un girobroyage suite auquel on a assisté à une forte repousse des fougères et de l'Imperata cylindrica.

OSIP



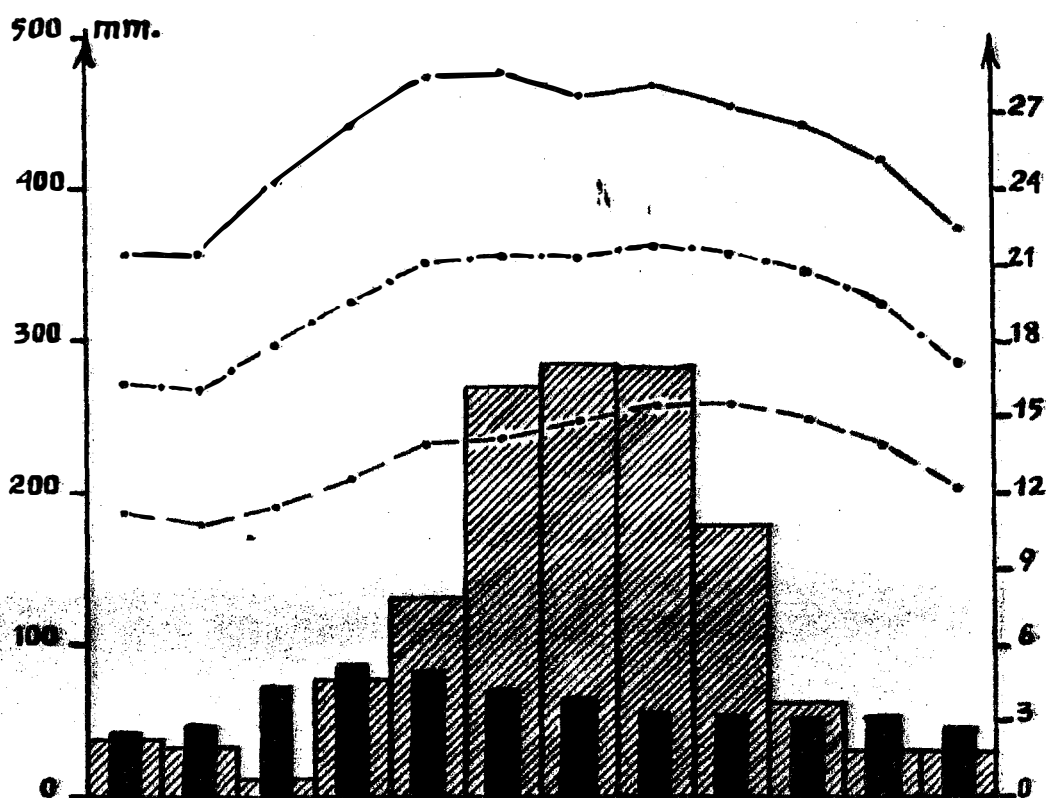
STATION D'ANALABE

(Haut - Mangoro)

Données Climatiques.

Précipitations
Evaporation (Piche)

Températures °C



Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ANNEE
Précipitations	37,8	31,9	10,8	78,5	131,3	270,6	284,5	283,7	178,9	61,1	30,4	30,2	1429,7
Evaporation	43,4	48,8	71,4	87,8	83,7	70,7	64,7	56,5	54,5	52,1	53,3	45,1	731,2
Temp. max.	21,5	21,5	24,3	26,6	28,5	28,7	27,8	28,2	27,4	26,6	25,2	22,5	25,7
Temp. min.	11,2	10,8	11,5	12,6	14,0	14,1	14,9	15,5	15,6	15,0	14,0	12,2	13,5
Temp. moy.	16,4	16,1	17,9	19,6	21,2	21,4	21,3	21,8	21,5	20,8	19,6	17,3	19,6

Précipitations = moyennes 1968 - 1980.
Evaporation = moyennes 1968 - 1977.
Températures = moyennes 1968 - 1977.

133- Pédologie.

Sol ferrallitique fortement désaturé, typique, induré, formé sur alluvions anciennes fluvio-lacustres.

De 0 à 75cm la texture du sol est sablo-limoneuse présentant des concrétions ferrugineuses assez nombreuses vers 50cm de profondeur.

De 75 à 140-cm, on rencontre un limon argileux fortement concrétionné.

A 240-cm se trouve une cuirasse ^{con}glomératique " tendre ".

Les caractéristiques analytiques du profil sont les suivantes :

- pH = 4,4 à 4,7 = très acide.
- texture moyenne à grossière jusque 1 m.
- teneur en matière organique moyenne à élevée en surface diminuant rapidement avec la profondeur.
- capacité d'échange faible à très faible diminuant avec la profondeur (6 à 2 meq)
- déficiences en acide phosphorique assimilable, en calcium, magnésium et potasse échangeables.

Les essais en vase de végétation ont confirmé les très graves carences en phosphore et potassium et révélé des carences secondaires en soufre et magnésium.

1.4- Dispositif expérimental.

141- Espèce test = Pinus kesiya éduqué en boulettes à la pépinière de Morarano.

142- But de l'essai = évaluer la nécessité de l'entretien (lutte contre les adventices) et déterminer les techniques les mieux appropriées.

143- Dispositif. Split-plot à 4 répétitions, deux sous-blocs selon le mode de préparation du terrain avant plantation et 5 traitements selon le type d'entretien.

144- Traitements.

a/ Sous-blocs = Après gyrobroyage préalable =

- sous-bloc 1 = trouaison 40x40x40cm avec engrais au trou de plantation et sarclage sur un mètre carré au moment de la mise en place des plants.
- Sous-bloc 2 = sous-solage réalisé à l'aide d'un tracteur à chenilles HANOMAG, équipé d'un corps sous-soleur travaillant à 55 cm de profondeur environ et faisant éclater le sol sur 40cm de large.

L'engrais est apporté au trou de plantation et un sarclage sur un rayon de 50cm autour du plant est réalisé au moment de la plantation.

b/ Traitements.

1. Pas d'entretien = Témoin.
2. Entretien manuel partiel = sarclage à l'angady (bêche traditionnelle = outil utilisé localement pour tous les travaux du sol = la houe est pratiquement inconnue) sur une bande de 1m de large le long de la ligne de plantation. Les entretiens de seconde et troisième années ont été réalisés partiellement au moto-culteur avec sarclage manuel à l'angady autour des plants en 1970 et à la houe en 1971.
3. Désherbage mécanique total par passage croisé d'un rotavator porté par un tracteur à roues MASSET-FERGUSON 165. Aucun désherbage manuel n'est réalisé autour des plants.
4. Désherbage chimique partiel. L'herbicide utilisé est le GRAMOXONE en solution à 4 ‰, en pulvérisation à la dose de 5 litres de Gramoxone pur par hectare. Cet herbicide détruit toutes les parties vertes des plantes, mais n'attaque pas les racines. Les jeunes plants de *P. kesiya* doivent donc être protégés au moment de la pulvérisation par un écran mobile.

Le traitement est appliqué sur une largeur d'un mètre le long de la ligne de plantation.

5. Désherbage chimique total. La pulvérisation de Gramoxone a été réalisée sur l'ensemble de la parcelle.

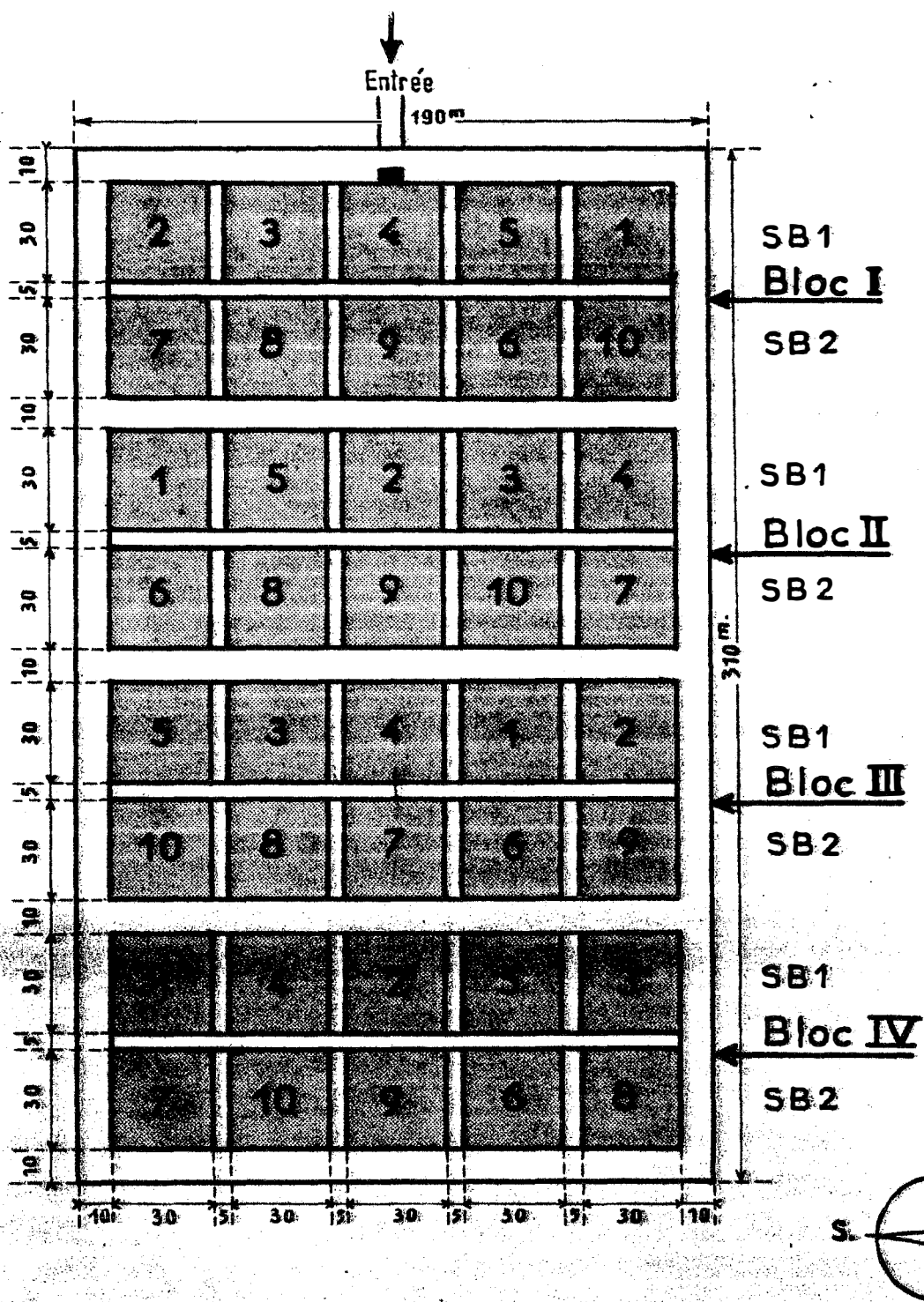
Tous ces traitements ont été répétés une fois par an, pendant 3 ans, en fin de saison des pluies.

145- Parcelles.

Parcelles carrées de 33 x 33m plantées à la densité de 3 x 3m, 1111 pieds/ha (densité nécessaire à l'entretien mécanique) soit 121 plants par parcelle (11 x 11). La parcelle utile est de 49 plants, en gardant 2 lignes de bordure, avec une superficie de 441 m².

146- Engrais.

Chaque plant a reçu les engrais suivants :



Plantation: Février 1969

Sous-Bloc		SB1	SB2	C.T.F.T. MADAGASCAR.			
Traitement		Trouaison	Sous-solage	DIVISION SOL ET FORET.			
Rien.		1	6	ESSAI N°4 Méthodes d'entretien sur Pinus Khasya Mangoro.			
Bande de 1 ^m . mécaniquement.		2	7				
Désherbage mécanique total.		3	8				
Bande de 1 ^m . chimiquement.		4	9				
Désherbage chimique total.		5	10	Par	Echelle	Date	N°
				C. Malvos	1/2.000 ^e	4-5-1971	596

- 50 g. d'Hyperphosphate
(soit 15 g. de P_2O_5 insoluble
25 g. de CaO .)
- 50 g. de Superphosphate triple
(soit 23 g. de P_2O_5
21 g. de CaO .)
- 50 g. de Sulfate de potasse
(soit 24 g. de K_2O .)
- 100 g. de Dolomie
(soit 30 g. de CaO .
22 g. de MgO .)

15.- CALENDRIER des TRAVAUX

- Girobroyage de la totalité de l'emplacement de l'essai . Nov. 1968
- Implantation de l'essai. : 13-14 Nov. 1968
- Travail du sol :
 - . Sous-solage 6 Déc. 1968
 - . Trouaison 10 ou 15 Déc. 1968
 - . mise en place des engrais et rebouchage
des trous. 30-31 Janv. 1969
- Plantation 7 Fév. 1969
- 1^{er} remplacement 7 Mars 1969
- 1^{er} entretien =
 - . traitement GRAMOXONE 21-22 Mai. 1969
 - . désherbage mécanique total 21-22 Mai. 1969
 - . désherbage manuel (traitement 2) Août 1969
- 2^{er} remplacement (en P. patula) Fév. 1970
- 2^{er} entretien =
 - . traitement Gramoxone Avril 1970
 - . désherbage mécanique total Mars 1970
 - . désherbage partiel au moto-culteur avec
finissage manuel Mai 1970
- 3^{er} entretien 19-20 Mai 1971

2.- Résultats21- Mortalité.

211- La mortalité, 1 mois après la plantation, s'élevait à 13,1% pourcentage relativement élevé dû vraisemblablement au léger trou de richesse qui a suivi la plantation = 72,5 mm, avec une pluie de 55mm, entre le 10 février et le 7 mars 1969.

212- La mortalité, 1 an après plantation peut être influencée par le mode d'entretien = voyons ce qu'il en est :

Tableau I- Mortalité (%) à 1 an.

Traitements	1	2	3	4	5	Moyenne
Trouaison	35	33	54	35	58	43
Sous-solage	72	50	79	56	41	60
Moyennes	54	41	66	45	50	51

Les différences constatées sont relativement faibles et ne peuvent être attribuées ni au travail préalable du sol ni au mode d'entretien des plantations. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui ne révèle aucune différence significative.

22) Hauteurs.

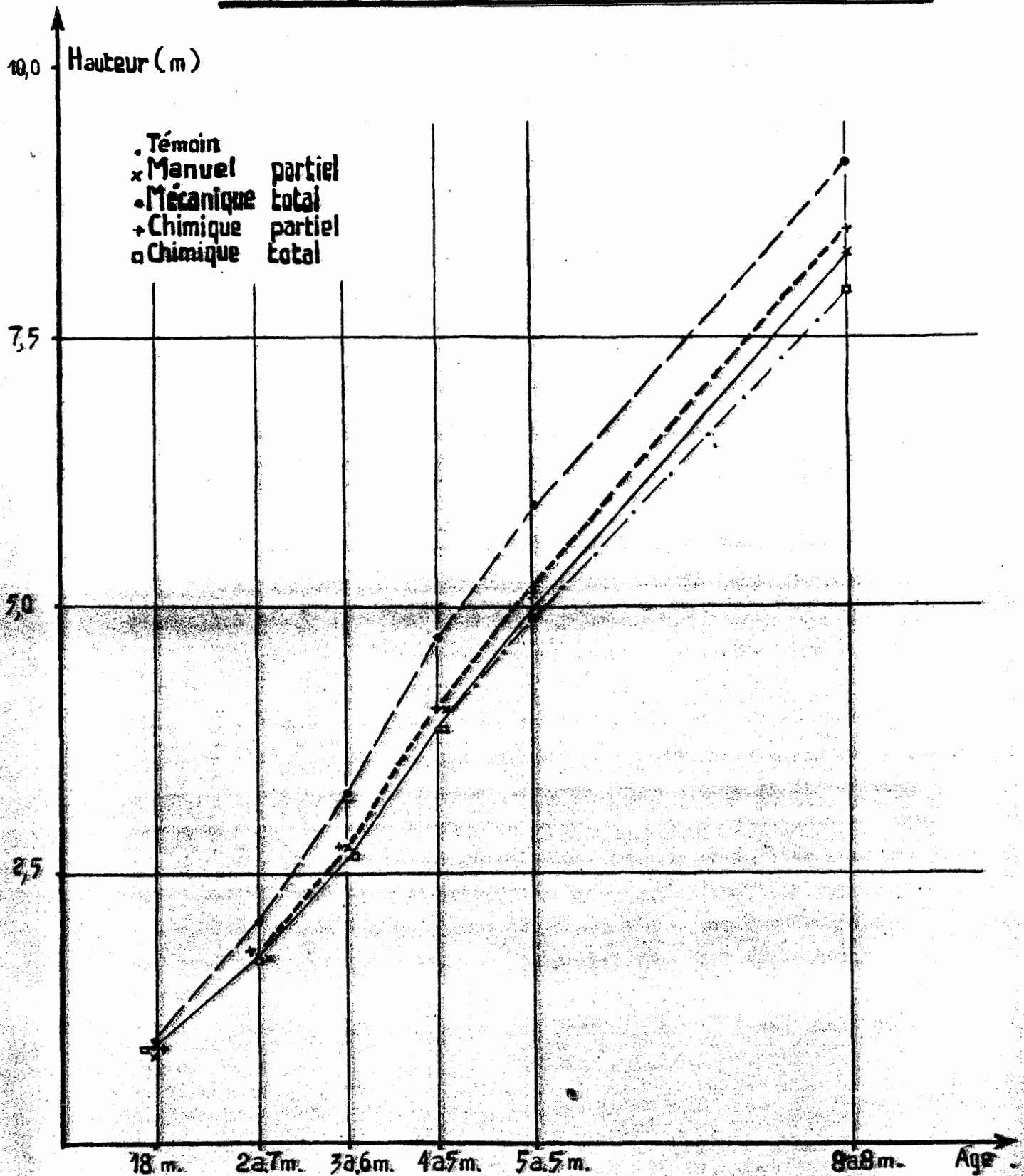
Les mensurations en hauteur ont été réalisées aux dates et âges suivants :

- Juillet 1970 = âge 18 mois
- Septembre 1971 = - 2 ans 7 mois
- Août 1972 = - 3 ans 6 mois
- Juillet 1973 = - 4 ans 5 mois
- Juillet 1974 = - 5 ans 5 mois
- Octobre 1977 = - 8 ans 8 mois.

Les tableaux récapitulant ces mensurations peuvent être trouvés à l'Annexe I.

L'évolution des hauteurs moyennes par traitement est présentée au graphique ci-dessous.

Essai Mangoro n° IV: Evolution des hauteurs moyennes



221-

Hauteurs à 18 mois

Tableau d'analyse de la variance.

S.V.	SC.E.	ddl.	CM.	F obs.
Blocs	110,6	3	36,87	1,69
Sous-blocs	136,9	1	136,9	6,28
Erreur 1	65,3	3	21,77	
Total	312,8	7	44,69	
Traitements	1040,6	4	260,15	13,84***
Interaction	31,1	4	7,78	0,41
Erreur 2	451,1	24	18,80	
TOTAL	1835,6	39	ppds = $2,17 \times 2,064 = 4,47$ cm.	

Traitements	3	4	1	5	2
Hauteurs (cm)	96,4	89,4	89,3	87,6	80,4
Comparaison	—	—	—	—	—

On constate que l'entretien mécanique total (passage croisé du rotavator) est le meilleur type d'entretien.

Par contre, l'entretien manuel partiel se trouve être le moins bon, ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation pour le sarclage d'un outil inapproprié = la bêche (angady) qui a vraisemblablement causé quelques dégâts au système racinaire des jeunes plants. La houe, qui a été utilisée pour le troisième sarclage, aurait presque certainement donné de meilleurs résultats.

De plus, le sarclage manuel a été réalisé en Août en plein milieu de la saison sèche et à cette époque, tout dégât au système racinaire a des conséquences beaucoup plus fâcheuses que si ces dégâts étaient survenus en saison pluvieuse. Ces parcelles sont donc dès le départ défavorisées.

Les désherbants chimiques ne montrent actuellement aucun effet.

222- Hauteurs à 2 ans 7 mois.

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE.	ddl	CM	Fobs.	F _{ph}	
					0,95	0,99
Blocs	1256,6	3	418,9	66,49***	9,28	34,12
Travail sol	372,1	1	372,1	59,06***	10,13	34,40
Erreur 1.	18,9	3	6,3			
Total	1647,6	7	235,4			
Entretiens	7213,65	4	1803,41	27,49***	2,78	4,22
Interaction	236,65	4	59,16	0,90	2,78	4,22
Erreur 2.	1574,50	24	65,60			
TOTAL	10672,4	39				

ppds 1. = $0,794 \times 3,182 = 2,53$ cm.

ppds 2. = $4,05 \times 2,064 = 8,36$ cm.

Comparaison

1)	Travail du sol	Trouaison	Sous-solage
	Hauteurs	177,3	183,4

2)	Entretiens	Ch.T.	M.P.	0	Ch.P.	M.T.
	Hauteurs	170,1	171,8	174,3	178,9	206,5
	Comparaison

223- Hauteurs à 3 ans 6 mois

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	SCE.	ddl	CM	Fobs	F/h	
					0,95	0,99
Blocs	2406,88	3	802,29	55,36**	9,28	34,12
Travail sol	27,23	1	27,23	1,88	10,13	29,46
Erreur 1.	43,48	3	14,49			
Total	2477,58	7	353,94			
Entretiens	20434,9	4	5108,73	35,73***	2,78	4,22
Interaction	846,9	4	211,73	1,48		
Erreur 2.	3431,4	24	142,98			
TOTAL	27190,78	39				

ppds 2 = $5,98 \times 2,064 = 12,34$ cm.

Comparaison.

1) Il n'y a pas de différence significative entre modes de préparation des sols.

2) Entretiens	0	Ch.T	M.P	Ch.P	M.T
Hauteurs(cm)	264	267	274	275	326
Comparaison	—————				—————

224- Hauteurs à 4 ans 5 mois.

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	SCE.	ddl.	CM.	F obs	F / h 0,95 0,99	
Blocs	4965,0	3	1655,0	25,95 *	9,28	34,12
Travail s.	52,9	1	52,9	0,83	10,13	34,46
Erreur 1.	191,3	3	63,77			
Total	5209,2	7	744,17			
Entretiens	39332,15	4	9833,04	32,77 ***	2,78	4,22
Interaction	2624,35	4	656,09	2,19	2,78	4,22
Erreur 2.	7200,70	24	300,03			
TOTAL	54366,4	39				

$$ppds = 8,66 \times 2,064 = 17,88 \text{ cm.}$$

Traitements	0	Ch T	Ch P	M.P	M.T
Hauteurs	385	385	402	403	470
Comparaison	—————				—————

225- Hauteurs moyennes à 5 ans 5 mois

Tableau d'analyse de la Variance

S.V.	SCE.	ddl	CM.	F obs	F/h 0,95 0,99	
Blocs	5821,4	3	1940,47	4,12	9,28	34,12
Travail sol	313,6	1	313,6	0,67	10,13	29,46
Erreur 1.	1412,6	3	470,87			
Total	7547,6	7	1078,23			
Entretiens	54723,85	4	13680,96	20,47 ***	2,78	4,22
Interaction	4161,15	4	1040,29	1,56		
Erreur 2.	16043,0	24	668,46			
TOTAL	82475,6	39				

$$ppds = 12,93 \times 2,064 = 26,68$$

Comparaisons:

Entretiens	Ch.T	O	MP.	Ch P.	MT.
Hauteurs	488	497	509	517	592
Comparaison	—————				—

226. Hauteurs à 8 ans 8 mois

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	SOM.	ddl	CM	Fobs
Blocs	28964,6	3	9654,9	4,36
Sous-blocs	5290,0	1	5290	2,39
Erreur 1.	6647,0	3	2215,7	
Total	40901,6	7	5843,1	
Traitements	58952,25	4	14738,1	8,37 ***
Interaction	6543,3	4	1635,8	0,93
Erreur 2.	42242,9	24	1760,1	
TOTAL	148640,0	39		

Les différences entre modes d'entretien sont très hautement significatives = $ppds = 20,98 \times 2,064 = 43,3$ cm.

Entretiens	Chimique total	O	Mécaniq. partiel	Chimique partiel	Mécaniq. total
Hauteurs	793	826	828	848	910
Comparaison	—————				—

227.- Remarques sur l'évolution des hauteurs.

Il est intéressant de constater que dès le départ, l'entretien mécanique total prend un avantage décisif sur les autres traitements et le conserve jusqu'au bout.

23.- Surfaces terrières.

Les mensurations en circonférences et par conséquence en surfaces terrières n'ont été effectuées qu'en :

- Novembre 1976 à l'âge de 7 ans 9 mois
- et Octobre 1977 à 8 ans 8 mois.

Les résultats de ces mensurations sont présentées à l'annexe 1.

231- Surfaces terrières à 7 ans 9 mois

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	SCE	Ddl	CM.	Fobs
Blocs	60192,8	3	20064,3	1,83
Sous-blocs	50268,1	1	50268,1	4,57
Erreur 1.	32965,1	3	10988,4	
Total	143426,0	7	20489,4	
Traitements	962799,4	4	240699,8	6,48**
Interaction	127409,7	4	31852,4	0,86
Erreur 2.	891436,6	24	37143,2	
TOTAL	2125071,6	39		

Les différences entre traitements sont hautement significatives =
 $ppds = 96,36 \times 2,064 = 198,9 \text{ dm}^2$

Traitements	Chimique total.	0	Chimique partiel.	Mécaniq. partiel.	Mécaniq. total
ST/(Dm ² /ha)	1356	1491	1525	1548	1831
Comparaison	-----				-----

232.- Surfaces terrières à 8 ans 8 mois

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	SCE	ddl	CM.	Fobs
Blocs	60342,3	3	20114,1	1,72
Sous-blocs	43890,6	1	43890,6	3,75
Erreur 1.	35073,3	3	11691,1	
Total	139306,2	7	19900,9	
Traitements	885632,4	4	221408,1	5,48**
Interaction	139710,5	4	34927,6	0,87
Erreur 2.	969020,7	24	40375,9	
TOTAL	2133669,8	39		

Les différences entre traitements (modes d'entretien)
sont hautement significatives = $ppds = 100,5 \times 2,064 = 207,4 \text{ dm}^2$

Traitements	Chimiq. total	0	Mécaniq. partiel	Chimiq. partiel	Mécaniq. total
ST (dm ² /ha)	1525	1685	1714	1730	1988
Comparaison.	—	—	—	—	—

233.- Les conclusions à tirer de ces mensurations sont identiques à celles obtenues suite à l'observation des hauteurs = seul l'entretien mécanique total apporte un gain substantiel d'accroissement = + 18 % par rapport au témoin.

24- Volumes.

Une seule estimation des volumes a pu être réalisée à l'âge de 8 ans 8 mois.

Pour cette estimation, nous avons utilisé le tarif de cubage suivant mis au point sur l'essai III (314 arbres mesurés sur pied) =

$$V (\text{m}^3) = 0,34175 D^2 H - 0,003$$

(avec D et H en m

Variance résiduelle	=	0,000719
Variance a	=	0,00000038
Variance b	=	0,00000068
Covariance ab	=	- 0,0000013)

L'estimation des volumes, parcelle par parcelle, est présenté à l'Annexe 1.

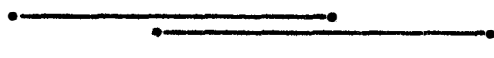
Volumes (m^3/ha) à 8 ans 8 mois.

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM.	Fobs
Blocs	355,35	3	118,45	2,76
Sous-blocs	131,04	1	131,04	3,06
Erreur 1.	128,63	3	42,88	
Total	615,02	7	87,86	
Traitem ^{mts}	2250,03	4	562,51	6,14 **
Interact.	382,24	4	95,56	1,04
Erreur 2.	2200,29	24	91,68	
TOTAL	5447,58	39		

Les différences entre modes d'entretien sont hautement significatives =

$$ppds = 4,79 \times 2,064 = 9,89 \text{ m}^3/ha.$$

Traitements	Chimique total.	0	Mécaniq. partiel	Chimique partiel	Mécaniq. total
V (m^3/ha)	54,8	62,5	62,7	65,2	77,9
Gain (%)	-12,2	0	+ 0,5	+ 4,3	+24,8
Comparaison					

Ces mensurations nous montrent que le gain dû à l'entretien mécanique total est considérable = près de 25% en volume.

Cette technique est donc à préconiser.

25.- Quelques remarques sont cependant à développer ici avant de tirer les conclusions définitives de cet essai.

251-En ce qui concerne la date de l'entretien =

La saison des pluies se termine en Mars. La concurrence pour l'eau devient donc réelle en Avril.

Dans le cas de cet essai, la dernière grosse pluie de la saison a été :

en 1969 = 36,5 mm en 2 jours (22-23 Mars + quelques pluies dispersées en Avril.
 en 1970 = 37,5 mm le 7 Avril
 en 1971 = 32,5 mm le 2 Mars.

C'est donc à cette époque = début Avril qu'auraient dû être faits les entretiens. Or, ils ont été réalisés fin Mai en 1969 (en Août pour l'entretien manuel) en Mars-Avril en 1970 (Mai pour l'entretien manuel) et mi-Mai en 1971.

L'entretien est donc survenu très tardivement pour les 3 années pendant lesquelles il a été réalisé. Son efficacité en est donc diminuée. Malgré cela l'entretien mécanique total montre un avantage décisif incontestable. On peut donc se demander quel aurait été le gain supplémentaire apporté par un entretien réalisé pendant la seconde quinzaine de Mars ?

L'entretien manuel partiel a été encore plus pénalisé car effectué avec encore plus de retard. S'il avait été effectué plus tôt, quelle aurait été son efficacité ? Supérieure sans doute !

En ce qui concerne le but de l'entretien =

Le but, dans cet essai, est la suppression de la concurrence pour l'eau exercée par l'herbe.

Pour les jeunes plants, il existe une autre concurrence non moins importante = la concurrence pour la lumière. En effet, les jeunes plants sont dominés, la première année tout au moins, par la strate graminéenne. On est alors en droit de se demander si cette "ombre" représente une protection pour le jeune plant (et j'en doute) ou une gêne qui, en réduisant la photo-synthèse réduit également la vitesse de croissance ?

Quel aurait été le gain supplémentaire apporté par un entretien en Janvier en première, première et seconde, première, deuxième et troisième année ?

253- En ce qui concerne la remanance de " l'effet entretien "

Il est dommage que cet essai ait été arrêté à l'âge de 9 ans. Ceci ne nous permet pas de savoir si le gain en volume acquis à cet âge se maintient, augmente ou diminue avec le temps. Néanmoins, nous allons essayer d'estimer cette évolution.

Le tableau ci-dessous nous présente une estimation de ce qu'auraient produit à 11 ans 7 mois les différents traitements s'ils avaient, en outre, reçu une fertilisation phospho-potassique à l'âge de 9 ans.

ESSAI MANGORO n°4

Modes d'entretien des plantations

Mensurations de 1960

Volumes des différents traitements ayant
reçu une fertilisation phospho-potassique
(avec ou sans azote) à 9 ans (m³/ha)

		Témoin	Mécanique partiel	Mécanique total	Chimique partiel	Chimique total
ou a i s o n	I	99,9	130,1	-	-	120,5
	II	118,3	132,3	-	110,4	-
	III	155,7	-	140,5	132,2	-
	IV	120,1	97,1	-	109,7	-
Sous- sola- ge.	I		118,2		122,0	126,3
	II	106,9	-	127,9	-	110,0
	III	-	95,8	121,0	-	73,1
	IV	-	100,7	98,3	125,1	-
	Total	600,9	674,2	487,7	599,4	429,9
	Moy.	120,2	112,4	121,9	119,9	107,5
Pondéré en fonction des données de 8 ans 8 mois.		120,8	111,9	128,3	121,7	101,3
		+ 0 %	- 7,4%	+ 6,2%	+ 0,7%	- 16,1%

Ce tableau nous montre que l'entretien mécanique complet conserve toujours un certain avantage (+ 7,5 m³ ou 6,2 %) sur le témoin non entretenu alors que cet avantage était de 15,4 m³ au moment de la modification de l'essai. Cet avantage semble donc s'être réduit de moitié. Cependant, nous devons remarquer que 3 parcelles sur 5 du témoin ont reçu la fertilisation de rattrapage qui donne les meilleurs résultats alors que seulement 1 seule parcelle sur 4 du traitement entretien mécanique total a reçu ce même traitement. Ce qui favorise en réalité le témoin.

26.- CONCLUSIONS

Cet essai nous montre que l'entretien mécanique total joue un rôle important, dans le jeune âge tout au moins, sur la vitesse de croissance des plantations de Pinus kesiya.

Ces conclusions ne peuvent concerner que les terrains plats et excluent les pentes pour lesquelles un essai plus élaboré, en raison des risques d'érosion, devait être mis en place.

Cet essai nous laisse également sur notre faim car nous ignorons encore si =

- un entretien réalisé fin Mars-début Avril ne serait pas plus bénéfique;
- un entretien supplémentaire au milieu de la saison des pluies ne serait pas plus favorable et économiquement rentable;

Au point de vue économique = un entretien mécanique total des plantations représente deux heures (environ) de travail d'un tracteur de 70 Cv. tractant en pulvérisateur à disques de 240 cm de large. Soit au total 6 heures de tracteur pour un entretien annuel pendant 3 ans ou 12 heures pour deux entretiens annuels. Ces coûts apparaissent relativement minimes si, comme dans le cas présent, une heure de tracteur rapporte 2,6 m³ de bois à 9 ans.

De toute façon, ne fût-ce que par la réduction du risque d'incendie, l'entretien apparaît rentable.

Nous conseillerons donc ici de réaliser, au maximum des possibilités financières et topographiques, l'entretien mécanique total et de centrer celui-ci sur le mois d'Avril.

DEUXIEME PARTIE

Essai n° 42

Fertilisation de rattrapage au moment de révolution

1.- Généralités.

Cet essai résulte d'une modification de l'essai 4.

Sa localisation, les conditions pédologiques, climatiques et ses antécédents sont donc présentés en première partie.

2.- Dispositif expérimental.

21- Dispositif.

Le dispositif expérimental de l'essai 4 était un split-plot à 4 blocs, 2 sous-blocs et 5 traitements. Les différences entre sous-blocs n'étant pas significatives l'existence de ceux-ci ne se justifie plus. Aussi avons-nous transformé le dispositif expérimental en un essai en blocs complets à 8 répétitions de 5 traitements.

22- Traitements

L'essai comprend les 5 traitements suivants =

- + 1. Témoin = aucune fertilisation de rattrapage.
- + 2. Fertilisation PK. apportée à 9 ans.
- + 3. Fertilisation NPK. apportée à 9 ans.
- + 4. Fertilisation PK . apportée à 9 ans
+ Fertilisation N apportée à 10 ans.
- + 5. Fertilisation NPK. apportée à 10 ans.

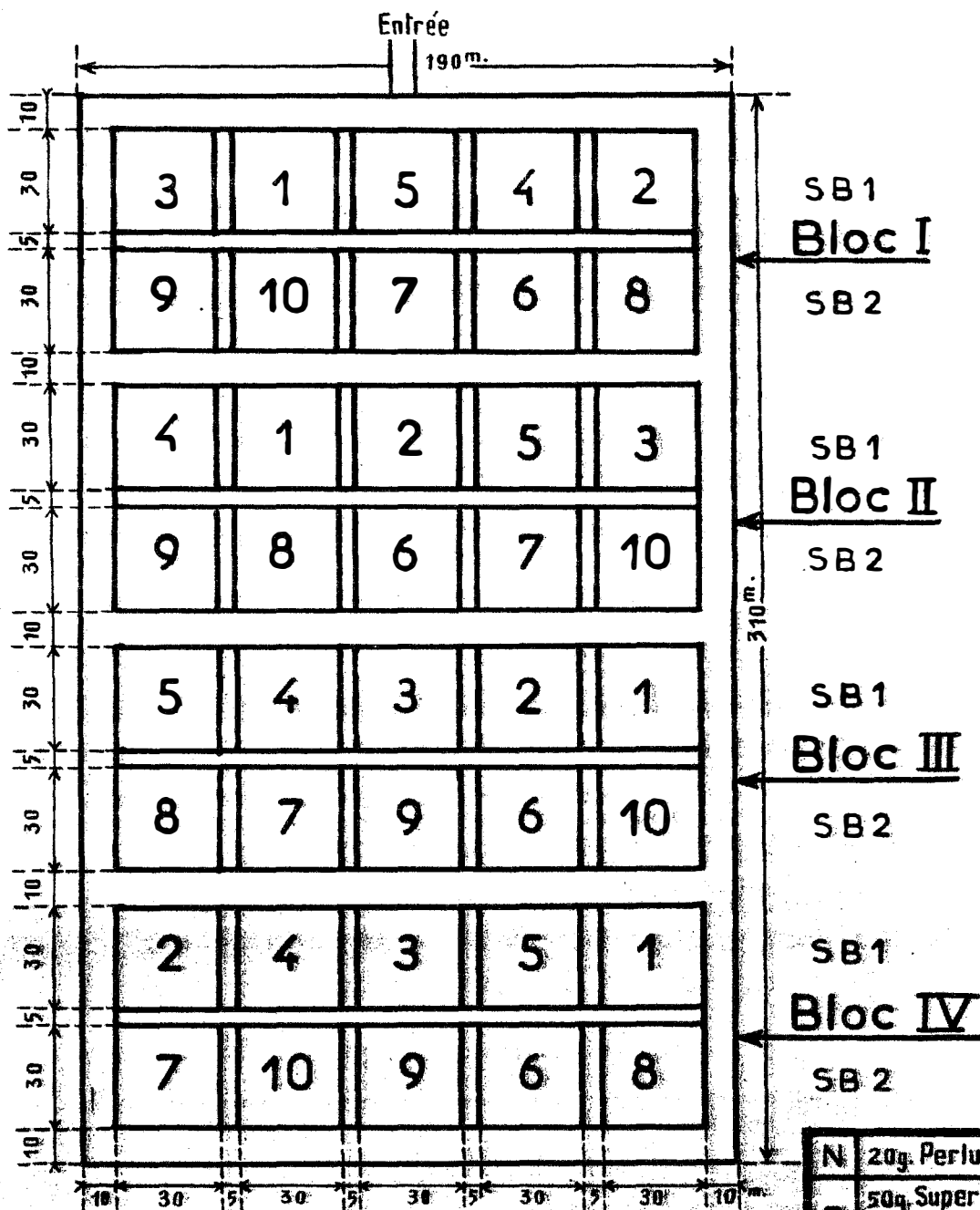
La fertilisation PK correspond à l'apport des engrais suivants =

- | | | |
|----------------------|----------|-------------|
| - Sulfate de potasse | = 50 g. | } par plant |
| - Supertriple | = 50 g. | |
| - Polyphosphate | = 150 g. | |

soit 75,5 kg de P_2O_5 + 26,6 kg de K_2O + 107,7 kg de CaO par hectare.

L'apport d'azote est réalisé par épandage de 20 g. de Perlurée par plant correspondant à 10 kg d'Azote par hectare.

Les fertilisants ont été apportés par saupoudrage sur un cercle de 1 mètre de rayon environ autour de chaque arbre.



Plantation : Février 1969.

Fertilisation : (9) Janvier 78.
(10) Décembre 78.

N	20g. Perlurée.
P	50g. Supertriple. 150g. Poly phosphate.
K	50g. Sulfate de potasse.

Traitement.	Sous-Bloc.	SB1 Trouaison	SB2 Sous-solage
0		1	6
PK 9		2	7
PK 9 + N9		3	8
PK 9 + N10		4	9
PK 10 + N10		5	10

FO. FI. FA. — D. R. F. P.			
PROGRAMME SYLVICULTURE ET PRODUCTION.			
ESSAI N°42. Méthodes d'entretien sur Pinus Khasya Mangoro.			
Par	Echelle	Date	N°
C. Malvos	1/2.000 ^e	Décembre 78	1297

3.- Calendrier des travaux.

- Implantation de l'essai 4		Novembre 1968
- Plantation (essai 4)		7 Février 1969
- Fertilisation (apport d'engrais)	1)	31 Janvier 1970
	2)	Novembre 1978

4.- Résultats

(Les analyses statistiques utilisées sont des analyses de covariance)

41. Hauteurs

Les mensurations en hauteurs ont été réalisées aux dates suivantes:

Décembre 1977, avant fertilisation
 Septembre 1979, 20 mois après fertilisation
 Septembre 1980, 32 mois après fertilisation
 Sept.-Oct. 1981, 45 mois après fertilisation.

Remarques = Les mensurations de 77, 79 et 80 ont porté sur tous les arbres de la parcelle utile (soit 49 arbres), la mensuration de 1981, par contre, n'a concerné qu'un échantillon aléatoire de 20% (10 arbres par parcelle) car les mensurations, vu la taille des arbres, deviennent de plus en plus difficiles à réaliser (et aussi en raison du manque de personnel qualifié sur le terrain = techniciens et grimpeurs).

Les résultats de ces mensurations sont présentés au graphique ci-dessous et, accompagnés des analyses de covariance, à l'annexe II.

411.- Hauteurs 20 mois après fertilisation.

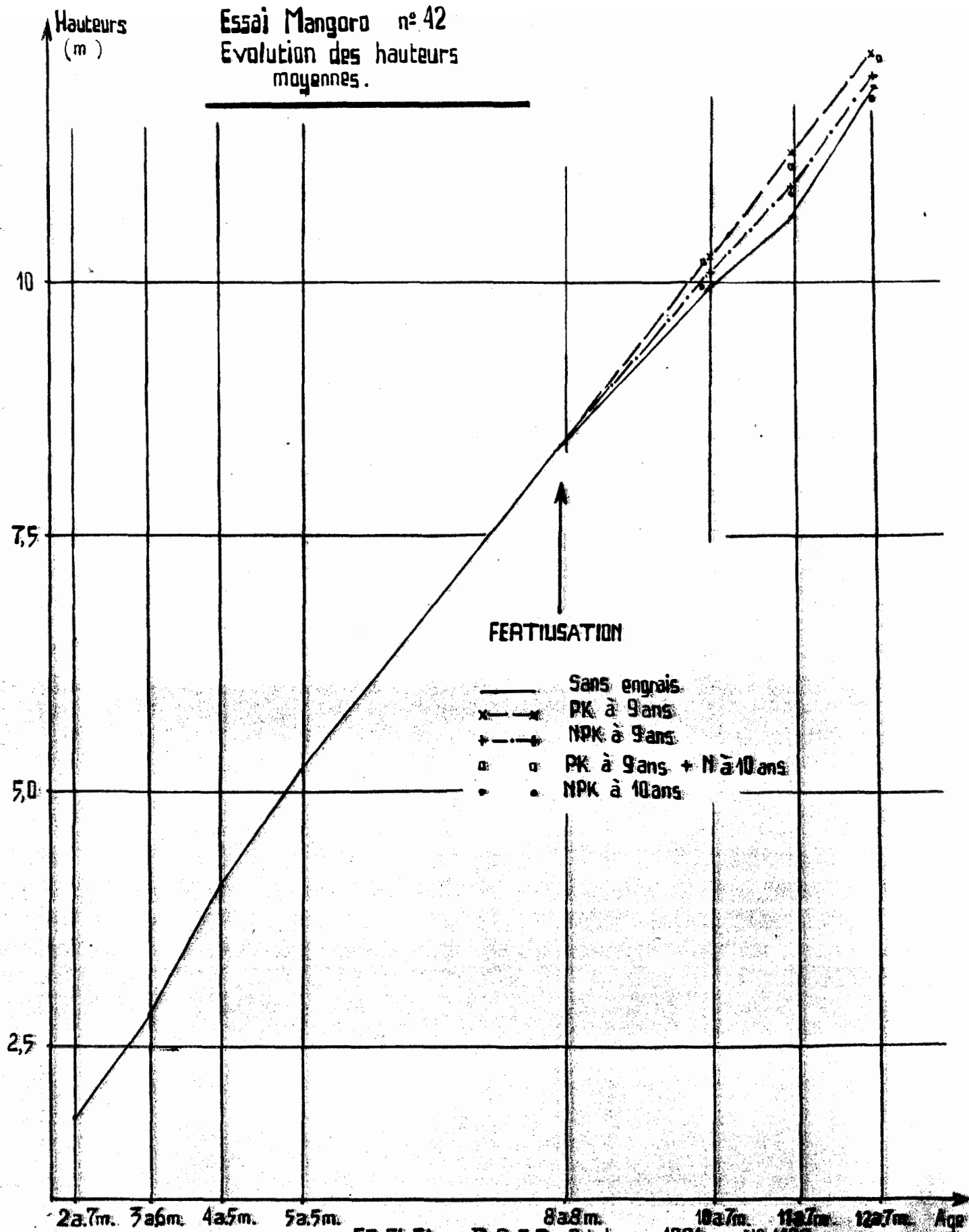
Traitements	5	1	3	4	2
Hauteurs	995	996	1009	1021	1025
Comparaison					

Les différences entre traitements sont significatives (ppds = 24cm).

412.- Hauteurs 32 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
Hauteurs	1064	1089	1092	1114	1127
Comparaison					

Essai Mangoro n° 42
Evolution des hauteurs moyennes.



Les différences entre traitements sont hautement significatives (ppdc = 32 cm).

Se référant aux traitements PK 9 et PK 9 + N 10. L'Azote ne semble avoir aucun effet bien que PK 9 ait pris du retard sur les traitements PK mais se soit fait rattraper par NPK 10, fertilisé 1 an plus tard.

413- Hauteurs 45 mois après fertilisation.

Traitements	5	1	3	4	2
Hauteurs	1111	1193	1205	1223	1225

Les différences ne sont pas significatives.

La remontée du témoin pourrait peut-être être expliquée par la variation dans le temps de la technique d'estimation des hauteurs moyennes. Dans l'avenir, c'est l'échantillon déterminé cette année qui servira à l'estimation des hauteurs. Nous pourrions donc suivre avec assez de précision l'évolution future des accroissements en hauteur des différents traitements.

42.- Surfaces terrières.

Les circonférences, et donc les surfaces terrières, ont été mesurées aux dates suivantes :

- Décembre 1977 = avant fertilisation
- Octobre 1978 = 9 mois après fertilisation
- Septembre 1979 = 20 mois après fertilisation
- Septembre 1980 = 32 mois après fertilisation
- Septembre 1981 = 34 mois après fertilisation

Les résultats de ces mensurations sont présentés au graphique ci-dessous et, accompagnés des analyses statistiques, en Annexe II.

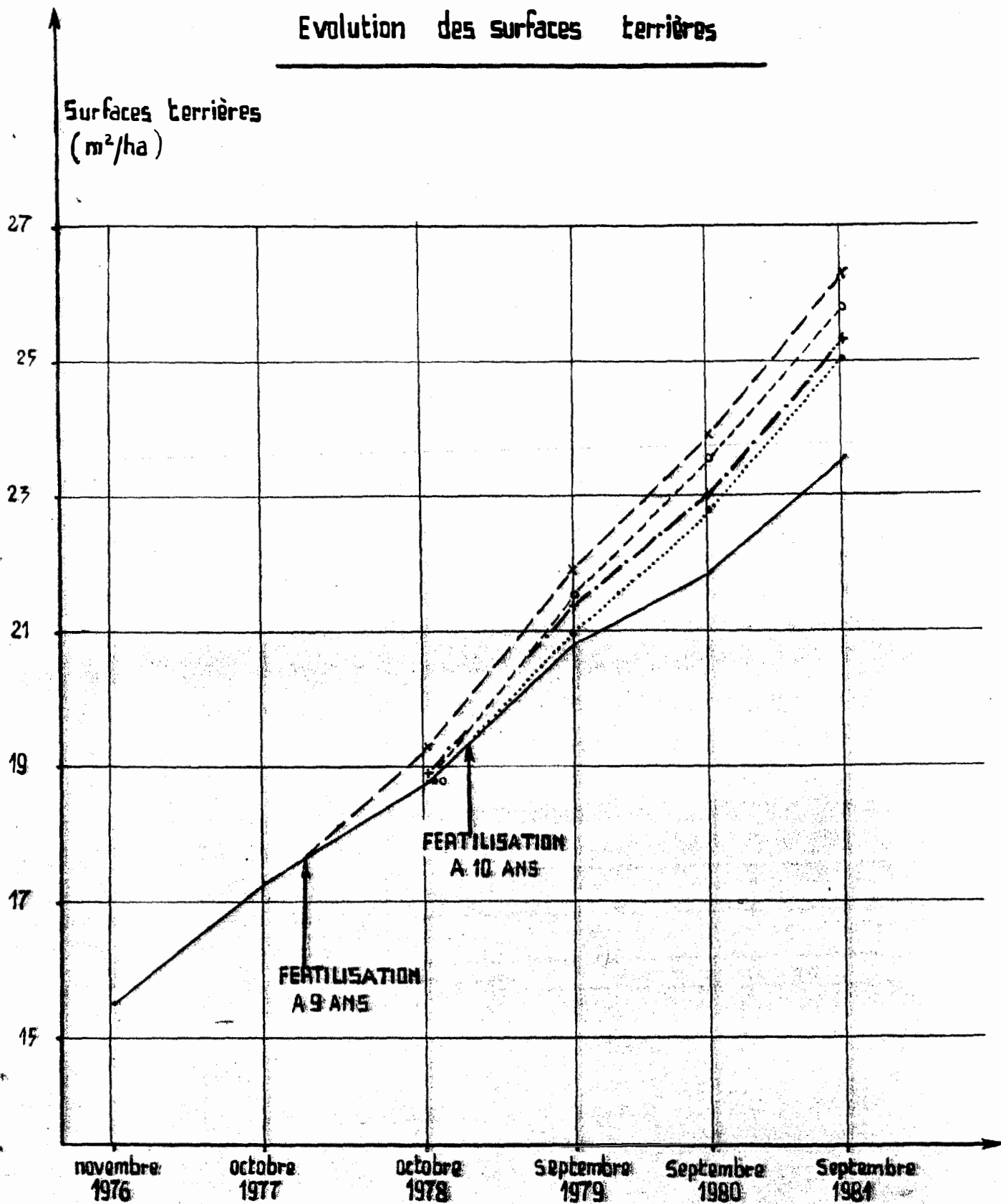
421.- Surfaces terrières 8 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	4	3	2
S. T (dm ² /ha)	1877	1879	1880	1890	1931

L'analyse de la covariance montre ~~des~~ différences presque significatives qui montreraient une réponse assez rapide aux engrais du moins pour le traitement 2 (PK à 9 ans).

Essai Mangoro n° 42

Evolution des surfaces terrières



FQ.FI.FA.- D.R.F.P.- Octobre 1981 N° 1424

422.- Surfaces terrières 20 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
S. T (dm ² /ha)	2080	2099	2141	2154	2193
Comparaison	—	—	—	—	—

Les différences sont hautement significatives (ppds = 60,2 dm²/ha)

Il apparaît que les traitements fertilisés à 9 ans se détachent déjà des traitements non fertilisés ou fertilisés à 10 ans bien que ce dernier montre déjà un accroissement légèrement supérieur au témoin, donc une réponse à la fertilisation.

423.- Surfaces terrières 32 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
S. T (dm ² /ha)	2189	2280	2305	2358	2394
Comparaison	—	—	—	—	—

Les différences sont très hautement significatives (ppds = 86 dm²/ha)

Tous les traitements fertilisés diffèrent maintenant du témoin.

La fertilisation PK à 9 ans apparaît être la meilleure. Vient ensuite la fertilisation PK à 9 ans + N à 10 ans. La fertilisation NPK à 9 ans est inférieure montrant ainsi que l'Azote ne semble pas avoir d'effet positif.

424.- Surfaces terrières 44 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
ST (dm ² /ha)	2359	2506	2535	2580	2630
Comparaison	—	—	—	—	—

Les différences sont très hautement significatives (ppds = 98,9 dm²/ha)

Cette année n'apporte pas de modification quant à la réponse aux engrais.

43.- Volumes

Des estimations en volume ont été effectuées en :

- Décembre 1977, avant fertilisation
- Septembre 1979, 20 mois après fertilisation
- Septembre 1980, 32 mois après fertilisation
- Septembre 1981, 44 mois après fertilisation.

La technique d'estimation des volumes a été le cubage arbre par arbre, pour les 3 premières mensurations, en utilisant le tarif de cubage, à 2 entrées, suivant =

$$V(m^3) = 0,34175 D^2 h - 0,003$$

AVEC D en m

h en m.

En 1981, comme nous n'avons mesuré qu'un échantillon d'arbre pour estimer la hauteur moyenne, nous avons utilisé le tarif de cubage, par parcelles entières suivant =

$$V(en m^3/ha) = 0,43419 (ST \times \bar{h}) + 1,766$$

avec R = 0,9973.

Ce tarif de cubage est présenté au graphique ci-après.

Les résultats des estimations de volumes sont présentés en annexe 2 et au graphique ci-dessous.

431.- Volumes en Septembre 1979, 20 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
Volume(m ³ /ha)	92,2	92,8	96,4	98,1	100,1
Comparaison	.-----.				

Les différences entre traitements sont hautement significatives.
(ppds = 4,5 m³/ha)

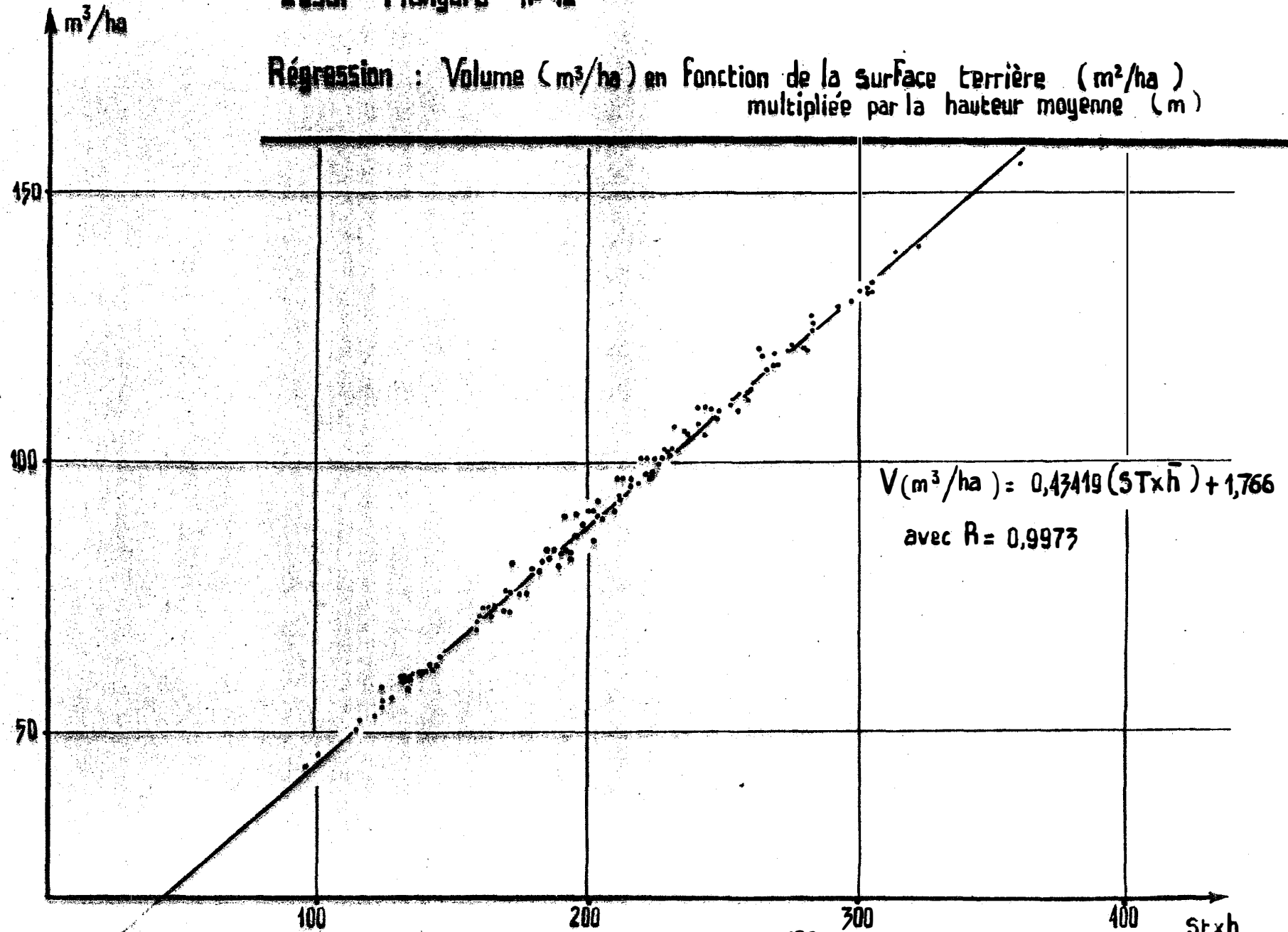
432.- Volumes en Septembre 1980, 32 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
Volume(m ³ /ha)	104,7	110,7	112,8	117,3	119,7
Comparaisons	.-----.				

Les différences entre traitements sont très hautement significatives
(ppds = 7,1 m³/ha).

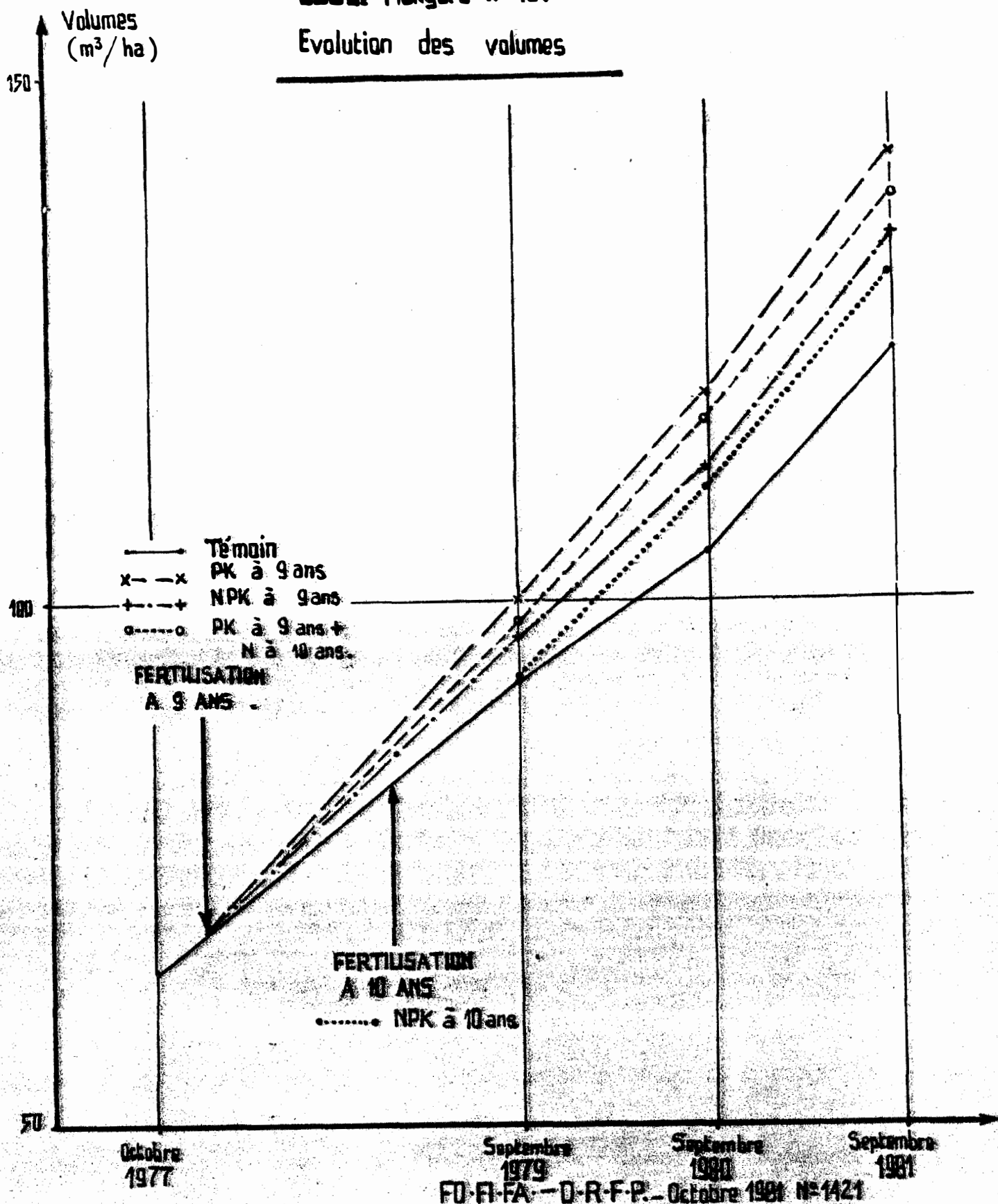
Essai Mangoro n° 42

Régression : Volume (m^3/ha) en fonction de la surface terrière (m^2/ha)
multipliée par la hauteur moyenne (m)



Essai Mangrove n° 42.

Evolution des volumes



Les différences entre traitements sont hautement significatives (ppds = $7,1 \text{ m}^3/\text{ha}$).

423.- Volumes en Septembre-Octobre 1981, 44 mois après fertilisation.

Traitements	1	5	3	4	2
Vol. (m^3/ha)	124,0	131,0	134,9	138,6	142,6
Comparaison	—————				

Les différences entre traitements sont hautement significatives (ppds = $9,0 \text{ m}^3/\text{ha}$).

5.- CONCLUSIONS

L'année, avant la seconde fertilisation, c'est-à-dire à 9 ans, montrait un accroissement annuel moyen de $7,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$.

44 mois après la seconde fertilisation, les 3 traitements fertilisés (PK9 - NPK9 et PK9 + N 10) se différencient du témoin en ce qui concerne les volumes.

A 13 ans, nous avons donc un témoin, uniquement fertilisé à la plantation, qui a produit $10,1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ et 3 traitements fertilisés qui ont produit en moyenne $11,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ soit 11 % de plus.

Néanmoins, nous remarquons que l'apport d'engrais a permis un accroissement supplémentaire de $4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ chez les traitements fertilisés.

On constate que l'apport d'azote, simultané ou différé, n'apporte aucune amélioration de croissance; on ne peut pas non plus lui attribuer un effet dépressif.

Le décalage d'un an dans la fertilisation ne semble pas devoir se rattraper. Il s'agit donc d'un an d'accroissement supplémentaire perdu.

Le meilleur traitement apparaît être la fertilisation PK (bien que ne se différenciant pas des autres fertilisations à 9 ans). Dans le cas de l'essai ce traitement a apporté un gain d'accroissement de $5,1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ par rapport au témoin, soit un gain en volume total de 15%. La fertilisation représente, grosso-modo, 20% du coût de la plantation non fertilisée ou 17% d'une plantation déjà fertilisée. Donc dans le cas de la fertilisation PK, 4 ans après cet apport d'engrais, ceci se solde par une opération blanche du point de vue financier (l'augmentation de la production égale, l'augmentation des coûts de production), mais vraisemblablement cette opération va devenir rentable dans les prochaines années.

ANNEXE I

Essai LANGORO n°4

Ordre d'entretien des plantations

- I₁. Hauteurs à 18 mois
 - I₂. Hauteurs à 2 ans 7 mois
 - I₃. Hauteurs à 3 ans 6 mois
 - I₄. Hauteurs à 4 ans 5 mois
 - I₅. Hauteurs à 5 ans 3 mois
 - I₆. Hauteurs à 8 ans 8 mois
 - I₇. Surfaces terrières à 7 ans 7 mois
 - I₈. Surfaces terrières à 8 ans 8 mois
 - I₉. Volumes à 8 ans 8 mois.
-

ESSAI MANGORO n° IV

Modes d'entretien des plantations

Hauteurs à 18 mois(Juillet 1970)

Sous- blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i son	I	84	78	100	88	97	447
	II	85	76	97	87	77	422
	III	90	77	96	85	82	430
	IV	89	82	92	89	84	436
	T	348	313	385	349	340	1735
Sous- solage?	I	92	83	91	90	95	451
	II	85	76	97	89	89	436
	III	100	88	101	95	85	469
	IV	89	83	97	92	92	453
	T	366	330	386	366	361	1809
Totaux		714	643	771	715	701	3544

BI	898
BII	858
BIII	899
BIV	889

ESSAI MANGORO n°IV

Modes d'entretien des plantations

Hauteurs (en cm) à 2 ans 7 mois

(Septembre 1971)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n .	I	176	174	218	180	187	935
	II	166	177	210	174	149	876
	III	171	166	204	170	166	877
	IV	164	165	194	165	169	857
	T	677	682	826	689	671	3545
Sous-solage.	I	186	185	200	192	195	958
	II	179	163	214	184	170	910
	III	183	172	214	189	159	917
	IV	169	172	198	177	166	882
	T	717	692	826	742	690	3667
TOTAUX		1394	1374	1652	1431	1361	7212

Totaux par bloc	
I	1893
II	1786
III	1794
IV	1739

ESSAI MANGORO n°IV

Modes d'entretien des plantations

Hauteurs (en cm) à 3. ans 6 mois

(Août 1972)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	269	281	338	278	294	1460
	II	254	291	333	265	243	1386
	III	267	272	333	273	267	1412
	IV	247	268	312	255	265	1347
	T	1037	1112	1316	1071	1069	5605
Sous-solage.	I	276	283	311	289	296	1455
	II	274	259	336	275	266	1410
	III	277	273	332	294	245	1421
	IV	248	263	309	273	259	1352
	T	1075	1078	1288	1131	1066	5638
Totaux		2112	2190	2604	2202	2135	11243

Totaux par bloc.	
I	2915
II	2796
III	2833
IV	2699

ESSAI MANGORO n°IV

Modes d'entretien des plantations

Hauteurs (en cm) à 4 ans 5 mois
(Juillet 1973)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	385	419	479	402	422	2107
	II	374	429	487	386	352	2028
	III	403	404	492	405	387	2091
	IV	362	404	452	368	387	1973
	T	1524	1656	1910	1561	1548	8199
Sous- solage.	I	401	412	459	423	425	2120
	II	394	382	481	395	381	2033
	III	406	394	469	427	353	2049
		355	378	438	406	374	1951
	T	1556	1566	1847	1651	1533	8153
Totaux		3080	3222	3757	3212	3081	16352

Totaux par bloc.	
I	4227
II	4061
III	4140
IV	3924

ESSAI MANGORO N°IV

Modes d'entretien des plantations

Hauteurs (en cm) à 5 ans 5 mois.

(Juillet 1974)

Sous- solage.	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	482	542	596	502	525	2647
	II	476	535	614	487	441	2553
	III	529	508	629	545	500	2711
	IV	477	517	564	489	510	2557
	T	1964	2102	2403	2023	1976	10468
Sous- solage	I	507	536	586	528	539	2696
	II	490	470	602	504	483	2549
	III	532	483	587	557	438	2597
	IV	483	482	556	527	466	2514
	T	2012	1971	2331	2116	1926	10356
Totaux		3976	4073	4734	4139	3902	20824

Totaux par bloc	
I	5343
II	5102
III	5308
IV	5071

ESSAI MANGORO n°4

Modes d'entretien des plantations

Hauteurs à 8 ans 8 mois (cm)

(Octobre 1977)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	792	884	932	838	844	4290
	II	793	881	952	809	765	4200
	III	926	835	983	912	826	4482
	IV	798	811	843	798	818	4068
	T	3309	3411	3710	3357	3253	17040
Sous- solage	I	837	867	930	852	860	4346
	II	803	771	922	826	801	4123
	III	887	797	888	895	712	4179
	IV	769	774	820	852	717	3932
	T	3296	3209	3560	3425	3090	16580
Total		6605	6620	7270	6782	6343	33620

BI	8636
BII	8323
BIII	8661
BIV	8000

ESSAI MANGORO N°4

Modes d'entretien des plantations

Surfaces terrières à 7 ans 7 mois (dm²/ha)

(Novembre 1976)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	1295	1737	1902	1420	1508	7862
	II	1483	1722	2057	1461	1121	7844
	III	1884	1584	1910	1554	1309	8241
	IV	1457	1501	1838	1429	1539	7764
	T	6119	6544	7707	5864	5477	31711
Sous- solage	I	1394	1531	1810	1437	1781	7953
	II	1307	1530	1744	1535	1433	7549
	III	1753	1363	1799	1772	955	7642
	IV	1357	1413	1584	1592	1203	7149
	T	5811	5837	6937	6336	5372	30293
Total		11930	12381	14644	12200	10849	62004

BI	15815
BII	15393
BIII	15883
BIV	14913

ESSAI MANGORO n°4

Modes d'entretien des plantations

Surfaces terrières à 8 ans 8 mois (dm²/ha)

(Octobre 1977)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	1434	1911	2069	1669	1690	8773
	II	1675	1945	2207	1623	1317	8767
	III	2089	1735	2061	1744	1501	9130
	IV	1688	1635	1951	1591	1691	8556
	T	6886	7226	8288	6627	6199	35226
Sous- solage	I	1606	1657	2032	1639	1921	8855
	II	1548	1712	1919	1718	1651	8548
	III	1930	1513	1922	1960	1090	8415
	IV	1508	1602	1741	1892	1340	8083
	T	6592	6484	7614	7209	6002	33901
Total		13478	13710	15902	13836	12201	69127

BI	17628
BII	17315
BIII	17545
BIV	16639

ESSAI MANGORO N°4

Modes d'entretien des plantations

Volumes (m³ /ha) à 8 ans 8 mois
(Octobre 1977)

Sous-blocs	Blocs	T r a i t e m e n t s					T
		1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	50,7	72,8	83,6	61,6	63,3	332,0
	II	58,1	73,8	91,1	60,4	46,4	329,8
	III	82,2	64,4	85,8	69,2	54,9	356,5
	IV	61,1	59,8	71,8	56,6	61,0	310,3
	T	252,1	270,8	332,3	247,8	225,6	1328,6
Sous- solage	I	60,4	62,6	80,7	61,6	73,3	338,6
	II	58,6	59,6	75,8	62,8	60,3	317,1
	III	76,0	53,1	72,7	75,9	35,8	313,5
	IV	52,5	55,8	61,9	73,1	43,7	287,0
	T	247,5	231,1	291,1	273,4	213,1	1256,2
Total		499,6	501,9	623,4	521,2	438,7	2584,8

BI	670,6
BII	646,9
BIII	670,0
BIV	597,3

ANNEXE II

Annuaire Mangrove n° 42

Fertilisation de rattrapage
en cours de révolution.

- II₁- Hautours en Septembre 1979
 - II₂- Hautours en Septembre 1980
 - II₃- Hautours en Octobre 1981
 - II₄- Surfaces terrières en Octobre 1978
 - II₅- Surfaces terrières en Septembre 1979
 - II₆- Surfaces terrières en Septembre 1980
 - II₇- Surfaces terrières en Septembre 1981
 - II₈- Volumes en Septembre 1979
 - II₉- Volumes en Septembre 1980
 - II₁₀- Volumes en Septembre-Octobre 1981.
-

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

HAUTEURS (cm) { X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de septembre 1979

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	932	792	884	844	838	4290
		Y	1100	970	1082	1027	1027	5206
	II	X	765	881	809	793	952	4200
		Y	960	1078	974	1008	1094	5114
	III	X	835	926	912	983	826	4482
		Y	994	1158	1118	1151	991	5412
	IV	X	843	798	811	798	818	4068
		Y	942	964	945	975	961	4785
S O U S - S O I L L E	V	X	837	852	860	867	730	4346
		Y	1017	1077	1045	1062	1111	5312
	VI	X	826	801	722	803	771	4123
		Y	975	978	1086	990	908	4937
	VII	X	887	888	712	797	835	4179
		Y	1059	1046	888	994	1088	5035
	VIII	X	763	774	830	853	717	3932
		Y	891	916	941	1017	804	4569
Totaux		X	6634	6712	6230	6757	6747	33620
		Y	7938	8187	8079	8182	7984	40370
moyennes		X	836,8	839,0	841,3	843,1	843,4	840,5
		Y	992,3	1023,4	1009,9	1022,8	998,0	1009,3

Traitements = 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9 ans
3 = NPK à 9 ans

4 = PK à 9 ans + N à 10 ans
5 = NPK à 10 ans

Essai Mangoro n° 42.

Mensurations en hauteurs de septembre 1979

Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		Y	XY	X
traitements	4	6 381,8	261,0	222,3
blocs	7	108 517,5	65 471,0	40 901,6
interaction	28	120 362,3	107 624,0	107 516,2
Totaux	39	235 261,5	173 356,0	148 640,0
trait.+interaction	32	126 744,0	107 885,0	107 738,4

II

Source de variation	SCE ajustés.	degrés de liberté.	C M ajustés.	F
traitements	6 081,9	4	1520,48	3,25 *
interaction	12 630,3	27	467,79	
trait.+interaction	18 712,2	31		

coefficient de régression de y en x = 1,001

erreur standard de la différence de deux moyennes = 11,564

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. Kesiya en cours de révolution

HAUTEURS (cm) { X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de septembre 1980

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	932	792	884	844	838	4390
		Y	1169	1084	1165	1131	1142	5691
	II	X	765	881	803	773	952	4200
		Y	1030	1178	1055	1100	1184	5567
	III	X	835	326	313	323	325	1982
		Y	1061	1257	1223	1251	1088	5873
	IV	X	848	798	811	798	815	4070
		Y	983	1073	1005	1055	1056	5172
S U B S E C O N D A I R	V	X	857	858	860	867	738	4380
		Y	1003	1084	1173	1173	1077	5510
	VI	X	885	801	732	802	740	3960
		Y	1058	1077	1173	1007	1050	5365
	VII	X	887	878	712	737	815	4039
		Y	1156	1140	1233	1213	1170	5912
	VIII	X	883	770	800	808	770	3931
		Y	960	1080	1113	1107	1075	5335
	Totaux	X	4850	4773	4390	4390	4390	21803
		Y	5484	5401	5703	5400	5322	27310
moyennes		X	8365	6300	7320	7320	7320	36545
		Y	10605	11253	10713	10713	10644	54938

Traitements = 1 = Sans engrais
2 = PK à 9 ans
3 = NPK à 9 ans

4 = PK à 9 ans + 1/2 dose
5 = NPK à 9 ans

Essai Mendon nº 42

Mesurations de la loi de Mendon 1980

Analyse de la covariance

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		J	K	L
traitements	4	20 423,9	232,4	221,3
blocs	4	142 389,6	24 315,1	46 901,4
interaction	28	136 066,3	110 603,0	107 316,2
Totaux	36	298 880,8	105 150,5	154 439,9
trait + interaction	32	156 490,2	110 935,4	107 537,6

Sources de variation	type d'ajustement	nombre de points	C.M. ajustés	F
traitements	10 points	10	10 423,9	575
interaction	28 points	28	136 066,3	107 316,2
trait + interaction	38 points	38	156 490,2	107 537,6

coefficient de régression de Y sur X : 0,2100

test de la loi de Mendon : 1980

Essai Mangoro n: 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

HAUTEURS (cm) { x = mensurations de décembre 1977
y = mensurations de 1981 (octobre)

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	X	932	792	884	844	838	4290
		Y	1289	1226	1282	1219	1266	6282
	II	X	765	881	809	793	952	4200
		Y	1148	1258	1182	1214	1191	5993
	III	X	835	926	912	983	826	4482
		Y	1197	1315	1265	1290	1257	6324
	IV	X	843	798	811	798	818	4068
		Y	1073	1200	1267	1146	1147	5833
S o u s - s o i - a g e	V	X	837	852	860	867	930	4346
		Y	1257	1303	1277	1222	1295	6354
	VI	X	826	801	822	803	771	4123
		Y	1196	1239	1222	1314	1117	6088
	VII	X	887	888	712	797	895	4179
		Y	1288	1187	1078	1137	1235	5925
	VIII	X	769	774	820	852	717	3932
		Y	1077	1066	1067	1247	950	5407
Totaux		X	6694	6712	6730	6737	6747	33620
		Y	9525	9794	9640	9789	9458	48206
moyennes		X	836,8	839,0	841,3	842,1	843,4	840,5
		Y	1190,6	1224,3	1205,0	1223,6	1182,3	1205,2

Traitements = 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9 ans
3 = NPK à 9 ans

4 = PK à 9 ans + N à 10 ans
5 = NPK à 10 ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en hauteurs - octobre 1981.

Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	11532	-81	222
blocs	7	139 494	68 737	40 902
interaction	28	124 427	63 580	107 516
Totaux	39	275 473	132 236	148 640
trait.+interaction	32	135 980	63 499	107 738

II

Source de variation	SCE ajustés.	degrés de liberté.	CM ajustés.	F
traitements	11 705	4	2926,3	0,91
interaction	86 849	27	3216,6	
trait.+ interaction	98 554	31		

coefficient de régression de y en x = 0,5914

erreur standard de la différence de deux moyennes = 30,3

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

Surfaces
Terrières
(dm²/ha)

{ X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de 1978 (octobre)

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T r o u a i s o n	I	X	2069	1434	1911	1690	1669	8773
		Y	2191	1645	2118	1888	1848	9690
	II	X	1317	1945	1623	1675	2207	8767
		Y	1539	2109	1826	1903	2274	9651
	III	X	1735	2089	1744	2061	1501	9130
		Y	1910	2308	1956	2165	1673	10012
	IV	X	1951	1688	1635	1591	1681	8556
		Y	2040	1916	1759	1802	1828	9345
S o u s - s o i l a g e	V	X	1606	1639	1921	1657	2032	8855
		Y	1734	1870	2066	1863	2134	9666
	VI	X	1718	1651	1919	1548	1712	8548
		Y	1903	1832	2037	1637	1905	9374
	VII	X	1930	1922	1090	1513	1960	8415
		Y	2674	2089	1306	1627	2148	9244
	VIII	X	1508	1602	1747	1892	1340	8085
		Y	1615	1810	1836	1921	1473	8655
Totaux		X	13834	13370	13584	13637	14112	63127
		Y	15025	15579	14904	14866	15293	75657
moyennes		X	1729,3	1746,3	1698,0	1703,4	1764,0	1728,2
		Y	1878,1	1947,4	1863,0	1858,3	1910,4	1851,4

Traitements = 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9ans
3 = NPK à 9ans

4 = PK à 9ans + N à 10 ans
5 = NPK à 10 ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en surfaces forrières d'octobre 1971

Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		Y	XY	X
traitements	4	44 600	26 851	25 095
blocs	7	232 079	172 691	139 306
interaction	28	1 567 683	1 745 004	1 969 269
Totaux	39	1 844 362	1 944 546	2 033 670
trait.+interaction	32	1 632 282	1 771 855	1 994 364

II

Source de variation	S.E. ajustés	degrés de liberté	C.M. ajustés	F
traitements	16 208	4	4116,2	2,72 (*)
interaction	48 403	28	1533,5	
trait.+interaction	58 110	32		

coefficient de régression de y en x = 0,8861

erreur standard de la différence de deux moyennes = 10,965

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de D. kesiya en cours de révolution

Surfaces
Terrières
(dm²/ha)

X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de septembre 1979

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	2069	1434	1911	1690	1669	8773
		Y	2357	1919	2391	2191	2133	10951
	II	X	1317	1945	1623	1675	2207	8777
		Y	1770	2364	2099	2212	2504	10949
	III	X	1735	2089	1744	2061	1901	9130
		Y	2128	2635	2265	2432	1913	11377
	IV	X	1451	1688	1635	1591	1691	8556
		Y	2248	3211	1956	2103	2032	10550
S O U S S O I S O N	V	X	1606	1639	1731	1657	2032	9695
		Y	1942	3123	2309	2112	2337	10823
	VI	X	1718	1651	1919	1548	1712	8548
		Y	2077	2070	3286	1726	2068	10447
	VII	X	1930	1932	1090	1513	1960	8415
		Y	2303	2334	1544	1713	2583	10507
	VIII	X	1508	1602	1741	1872	1948	8671
		Y	1794	3011	2033	2165	1675	9688
Totaux		X	13834	13370	13584	13027	14712	69127
		Y	16645	17667	16313	17094	17063	85332
moyennes		X	1729,3	1671,3	1698,0	1633,4	1839,0	8690,2
		Y	2080,6	2208,4	2039,1	2134,8	2133,4	26316,6

Traitements — 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9ans
3 = NPK à 9ans

4 = PK à 9ans + N à 10ans
5 = NPK à 10ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en surfaces terrières de septembre 1979.
Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	70 314	14 501	25 095
blocs	7	334 424	215 194	139 306
interaction	28	1 584 060	1 720 957	1 969 269
Totaux	39	2 008 798	1 950 152	2 133 670
trait.+interaction	32	1 654 374	1 734 957	1 994 364

II

Source de variation	SE ajustés	degrés de liberté	CM ajustés	F
traitements	64 103	4	16 025,7	5,34**
interaction	80 777	27	2 992,2	
trait.+interaction	145 082	31		

coefficient de régression de y en x = 0,8737

erreur standard de la différence de deux moyennes = 29,320

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

Surfaces Terrières (dm²/ha) { X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de septembre 1980.

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	2063	1434	1911	1690	1669	8773
		Y	2422	2089	2555	2380	2335	11781
	II	X	1317	1945	1623	1675	2207	8767
		Y	1902	2539	2283	2449	2651	11824
	III	X	1735	2089	1744	2061	1501	9130
		Y	2233	2867	2464	2583	2123	12270
	IV	X	1951	1688	1635	1591	1691	8556
		Y	2334	2469	2112	2357	2221	11493
S O U S - S O I L A G E	V	X	1646	1639	1921	1657	2032	8855
		Y	2037	2329	2478	2381	2514	11679
	VI	X	1718	1651	1919	1548	1712	8548
		Y	2232	2300	2453	2130	2255	11370
	VII	X	1930	1982	1090	1513	1960	8415
		Y	2451	2508	1732	2081	2577	11339
	VIII	X	1508	1602	1741	1892	1340	8083
		Y	1910	2177	2168	2354	1810	10459
Totaux		X	13834	13370	13584	13627	14112	69127
		Y	17521	19278	18235	18635	18486	92255
moyennes		X	1725,3	1746,3	1698,0	1703,4	1764,0	1728,2
		Y	2190,1	2403,8	2273,4	2336,3	2310,8	2305,4

Traitements = 1 - Sans engrais
2 - PK à 9 ans
3 - NPK à 9 ans

4 - PK à 9 ans + N à 10 ans
5 - NPK à 10 ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en surfaces ferrières de septembre
Analyse de la covariance 1980

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	206 991	15 689	25 095
blocs	7	385 930	224 546	139 306
interaction	28	1 603 354	1 681 814	1 969 269
Totaux	39	2 196 275	1 922 028	2 133 670
trait.+interaction	32	1 810 345	1 677 483	1 994 364

II

Source de variation	SCE ajustés	degrés de liberté	CM ajustés	F
traitements	198 514	4	49 628,6	8,02***
interaction	167 035	27	6186,5	
trait.+interaction	365 550	31		

coefficient de régression de y en x = 0,8540

erreur standard de la différence de deux moyennes = 42,109

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

Surfaces
Terrières
(dm²/ha)

x = mensurations de décembre 1977
y = mensurations de septembre 1981

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	2069	1434	1911	1690	1669	8773
		Y	2580	2355	2812	2601	2598	12946
	II	X	1317	1945	1623	1675	2207	8767
		Y	2100	2776	2498	2718	2863	12955
	III	X	1735	2089	1744	2061	1501	9130
		Y	2424	3089	2708	2782	2366	13369
	IV	X	1951	1688	1635	1591	1691	8556
		Y	2494	2741	2369	2617	2439	12660
S O U S - S O I L A G E	V	X	1606	1639	1921	1657	2032	8855
		Y	2195	2571	2716	2555	2698	12735
	VI	X	1718	1651	1919	1548	1712	8548
		Y	2410	2532	2646	2302	2483	12373
	VII	X	1930	1922	1090	1513	1960	8415
		Y	2617	2710	1931	2311	2785	12354
	VIII	X	1508	1602	1741	1892	1340	8083
		Y	2062	2386	2400	2593	2048	11489
Totaux		X	13834	13370	13584	13622	14112	69122
		Y	18882	21160	20080	20479	20280	100881
moyennes		X	1729,3	1746,3	1698,0	1703,4	1764,0	1728,2
		Y	2360,3	2645,0	2510,0	2559,9	2535,0	2512,0

Traitements = 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9ans
3 = NPK à 9ans

4 = PK à 9ans + N à 10ans
5 = NPK à 10ans

Essai Mangoro n° 42.

Mensurations en surfaces fertiles - septembre 1981. Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	344 317	15 503	25 095
blocs	7	440 895	237 378	139 306
interaction	28	1 524 734	1 603 661	1 969 269
Totaux	39	2 309 945	1 856 542	2 133 670
trait.+interaction	32	1 869 050	1 619 164	1 994 364

II

Source de variation	SCE ajustés.	degrés de liberté.	CM ajustés.	F
traitements	335 697	4	83 924	10,36***
interaction	218 803	27	8 104	
trait.+ interaction	554 499	31		

coefficient de régression de y en x = 0,8143

erreur standard de la différence de deux moyennes = 48,195.

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

VOLUMES (m³/ha) { X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de septembre 1979

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	83,6	50,7	72,8	63,5	61,6	332,0
		Y	113,6	82,2	112,8	100,7	96,2	505,5
	II	X	46,4	73,8	60,4	58,1	91,1	329,8
		Y	76,3	111,0	93,2	97,1	121,0	498,6
	III	X	64,4	82,2	69,2	85,8	54,3	356,5
		Y	93,8	131,7	110,9	121,4	83,4	541,2
	IV	X	71,8	61,1	59,8	56,6	61,0	310,3
		Y	93,9	97,2	84,1	83,9	86,4	451,1
S O U S - S O I S O N	V	X	60,6	61,6	73,3	63,6	80,7	339,6
		Y	88,8	101,1	107,3	98,2	118,0	507,4
	VI	X	62,8	60,3	75,8	58,6	59,6	317,1
		Y	90,5	92,0	108,3	90,3	84,0	465,1
	VII	X	76,0	72,7	35,8	53,1	75,3	313,5
		Y	110,3	104,3	61,1	80,1	113,1	469,5
	VIII	X	52,5	55,8	41,3	33,1	43,3	287,0
		Y	71,5	82,2	83,3	100,8	57,9	378,3
Totaux		X	517,3	518,2	501,0	511,2	518,5	2587,8
		Y	738,3	802,3	761,6	778,5	756,0	3836,7
moyennes		X	64,7	64,8	63,6	63,9	64,8	323,4
		Y	92,3	100,3	95,2	98,3	94,3	479,9

Traitements : 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9 ans
3 = NPK à 9 ans

4 = PK à 9 ans + N à 10 ans
5 = NPK à 10 ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en volumes de septembre 1979.

Analyse de la covariance

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	294,0	-16,7	29,0
blocs	7	2666,7	1266,0	615,0
interaction	28	6215,4	5535,6	4803,5
Totaux	39	9786,1	6784,9	5447,6
trait.+interaction	32	7119,4	5519,0	4832,6

II

Source de variation	SCE ajustés.	degrés de liberté.	C M ajustés.	F
traitements	370,4	4	92,60	5,60**
interaction	446,1	27	16,52	
trait.+interaction	816,5	31		

coefficient de régression de y en x = 1,1524

erreur standard de la différence de deux moyennes = 2,1744

Essai Mangoro n° 42

Fertilisation de P. kesiya en cours de révolution

VOLUMES (m³/ha) { X = mensurations de décembre 1977
Y = mensurations de septembre 1980

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	83,6	50,7	72,8	63,3	61,6	332,0
		Y	124,9	99,9	130,1	120,6	117,5	593,0
	II	X	46,4	73,8	60,4	58,1	91,1	329,8
		Y	90,5	132,3	110,4	118,3	139,5	591,0
	III	X	64,4	82,2	69,2	85,8	54,9	356,5
		Y	105,6	155,7	132,2	140,5	102,5	636,5
	IV	X	71,8	61,1	59,8	56,6	61,0	310,3
		Y	102,2	130,1	97,1	101,7	101,6	530,7
S O U S - S O I L A G E	V	X	60,4	61,6	73,3	62,6	80,7	338,6
		Y	100,7	122,0	126,3	118,2	131,8	599,0
	VI	X	62,8	60,3	75,8	58,6	73,6	317,1
		Y	106,0	110,0	127,8	106,9	102,7	553,5
	VII	X	76,0	72,7	35,8	53,1	75,9	313,5
		Y	127,8	121,0	73,1	75,8	133,4	551,6
	VIII	X	52,5	55,8	61,9	73,1	43,3	287,0
		Y	80,4	97,9	95,6	181,5	70,6	466,0
Totaux		X	577,3	918,2	507,0	511,2	528,5	2584,8
		Y	838,1	958,9	832,7	931,5	700,1	4521,3
moyennes		X	64,7	64,8	63,6	63,3	66,1	64,6
		Y	104,8	119,9	111,6	116,4	112,5	113,0

Traitements = 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9ans
3 = NPK à 9ans

4 = PK à 9ans + K à 10ans
5 = NPK à 10ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en volumes de septembre 1980 Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	1032,0	-13,4	29,0
blocs	7	3803,5	1509,8	615,0
interaction	28	8422,1	5924,2	4803,5
Totaux	39	13257,5	7420,6	5447,6
trait.+interaction	32	9454,1	5910,8	4832,6

II

Source de variation	SSE ajustés.	degrés de liberté.	CM ajustés.	F
traitements	1108,7	4	277,17	6,71 ^{***}
interaction	1.115,9	27	41,33	
trait.+interaction	2224,6	31		

coefficient de régression de y en x = 1,2333

erreur standard de la différence de deux moyennes = 3,4389

Essai Mangoro n: 42

Fertilisation de p. kesiya en cours de révolution

VOLUMES { x = mensurations de décembre 1977
(m³/ha) { y = mensurations de septembre-octobre 1981.

blocs			Traitements					Totaux
			1	2	3	4	5	
T R O U A I S O N	I	X	83,6	50,7	72,8	63,3	61,6	332,0
		Y	146,2	127,1	158,3	139,4	144,6	715,6
	II	X	46,4	73,8	60,4	58,1	91,1	329,8
		Y	106,4	153,4	130,0	145,0	149,8	684,6
	III	X	64,4	82,2	69,2	85,8	54,9	356,5
		Y	127,7	178,1	150,5	157,6	130,9	744,8
	IV	X	71,8	61,1	59,8	56,6	61,0	310,3
		Y	118,0	144,6	132,1	132,0	123,2	649,9
S O U S - S O I A G E	V	X	60,4	61,6	73,3	62,6	80,7	338,6
		Y	121,6	147,2	152,3	137,3	153,5	711,9
	VI	X	62,8	60,3	75,8	58,6	59,6	317,1
		Y	126,9	138,0	142,2	133,1	122,2	662,4
	VII	X	76,0	72,7	35,8	53,1	75,9	313,5
		Y	142,1	141,4	92,1	115,9	151,1	642,6
	VIII	X	52,5	55,8	61,9	73,1	43,7	287,0
		Y	98,1	112,2	113,0	142,2	86,2	551,7
Totaux		X	517,9	518,2	509,0	511,2	528,5	2584,8
		Y	993,0	1142,0	1070,5	1102,5	1061,5	5369,5
moyennes		X	64,7	64,8	63,6	63,9	66,1	64,6
		Y	124,1	142,8	133,8	137,8	132,7	134,2

Traitements = 1 = Sans Engrais
2 = PK à 9 ans
3 = NPK à 9 ans

4 = PK à 9 ans + N à 10 ans
5 = NPK à 10 ans

Essai Mangoro n° 42

Mensurations en volumes 1981.

Analyse de la covariance

I

Sources de variation	degrés de liberté	somme des carrés et des produits des écarts		
		y	xy	x
traitements	4	1 520,7	- 34,0	29,0
blocs	7	4 909,3	1 686,1	615,0
interaction	28	7 850,9	5 387,4	4 803,5
Totaux	39	14 281,0	7 039,5	5 447,6
trait.+interaction	32	9 371,7	5 353,4	4 832,6

II

Source de variation	SCE ajustés	degrés de liberté	CM ajustés	F
traitements	1 632,7	4	408,2	6,09**
interaction	1 808,6	27	67,0	
trait.+interaction	3 441,3	31		

coefficient de régression de y en x = 1,1216

erreur standard de la différence de deux moyennes = 4,378

BIBLIOGRAPHIE

1969 - BAILLY - MALVOS - de VERCHETTES.

Compte-rendu d'installation des essais sur
Pinus kesiya au Mangoro.

Campagne 68-69.
(Note D.R.F.P. n°154)

1969 - BAILLY - de VERCHETTES - MALVOS - BOUCHARD.

Reconnaissance du périmètre de reboisement
et Pinus d'Ampongabe (Reboisement industriel
du Haut Mangoro) 2 Tomes

(Note D.R.F.P. n°158)

1971 - BAILLY - de COIGNAC - MALVOS - GACHET - HUEBER.

Essai sur Pinus kesiya au Mangoro.
Premiers résultats.

(Note D.R.F.P. n°203)

1973 - BAILLY - de COIGNAC - MALVOS.

Essai sur Pinus kesiya au Mangoro
Note succincte sur les premiers résultats.

(Note D.R.F.P. n°265)

1978 - MALVOS.

Note sur les Essais du Mangoro
Note succincte sur les résultats obtenus.

(Note D.R.F.P. n°428)

1981 - D. R. F. P.

Rapport final de la Convention Recherches
d'appui et d'accompagnement à l'opération
reboisement industriel de la FANALAMANGA.

(Note D.R.F.P. n°475).
